

衛星科技

由於人造衛星的科技突飛猛進，
應用範圍廣泛，
先進國家紛紛在環繞地球的軌道上，
分布了各種功能的人造衛星。
今日，各領域都可以看到人造衛星的貢獻，
而衛星的發展也使人類在探索宇宙的路程上，
更往前邁進一大步。

■ 陳雅淑
林穎裕

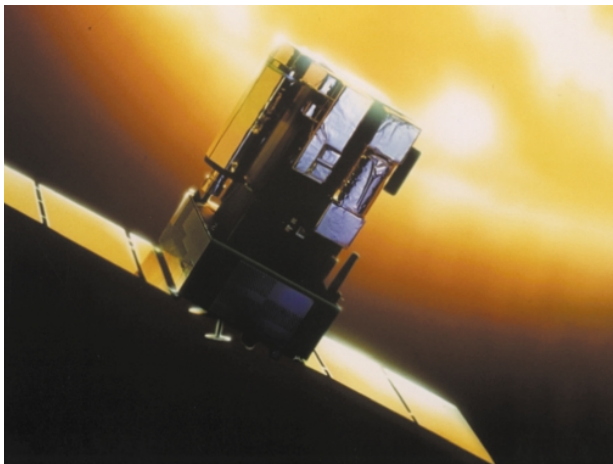
衛星的歷史

基本上，凡是繞著行星在固定軌道上運行的物體，都可稱為衛星。不過，人造衛星並非只限定於繞著地球或其他行星的人造物體而已，如美國的SOHO衛星，繞著太陽進行觀測太陽的任務，應該算是「人造行星」，但仍稱為人造衛星。



史普尼克一號（Sputnik-1）模型。

第二次世界大戰後，火箭工業的發展突飛猛進，以美國與蘇聯兩大陣營為代表，都把發射衛星列為重要目標。一九五七年十月四日，蘇聯搶先發射了世界上第一顆人造衛星——史普尼克一號（Sputnik 1）。同年十一月三日，蘇聯的史普尼克二號將一隻名為萊卡的小狗送上了太空，這是人類首度將生物送上太空。一九六一年四月十二日，蘇聯將太空人蓋加林（Yuri Gagarin, 1934-1968）以東方一號（Vostok 1）送上太空，這是人類首度「踏上」



美國的SOHO太陽觀測衛星。

太空的領域。

目前有能力發射衛星的國家有美國、俄羅斯、歐盟、日本、中共、印度與以色列，但這並不代表只有這幾個國家才擁有衛星，早在六〇與七〇年代，加拿大、印尼、巴西、義大利等國家就已有自己的衛星。

衛星的基本構造

衛星的外型以柱體的設計居多，因為要把一顆衛星塞到運載火箭的頭部，唯有柱狀能獲得最大的空間。衛星主要可分為兩大部分，一是有特定用途的酬載，另一部分就是衛星本體，包括各種次系統。

「酬載」就是裝載在衛星中的「乘客」，如各種探測、照相設備，或是通訊天線等。何謂衛星的「次系統」呢？衛星除了因應任務所搭載的特殊儀器外，尚須有各種輔助系統來完成運作。一般包含在衛星載台上的次系統，有主結構、電力系統、姿態和軌道控制系統、推進系統、熱控制系統、遙傳、追蹤和指令系統等幾類。

衛星的功能根據其酬載而不同，以下便是一般常見的衛星分類。

科學與技術衛星

應用在天文觀測、太空與大氣狀況研究，或是新科技與儀器測試上的科學衛星因位在外太空，觀測宇宙時少了大氣層的阻礙，所以能看得更遠、更清楚，如同太空偵察兵，負責蒐集太空中星體、銀河、星雲等的資料。例如聞名世界的哈伯太空望遠鏡，能屢次傳回令世人驚奇的天文照片，以驗證科學理論，增加對宇宙構成與產生的了解。還有當太陽活動稍微旺盛時，大量的輻射線對地球上的通訊或電力設備可能造成嚴重的干擾或破壞，因此，如美國的SOHO衛星便是用來監測與觀察太陽表面的活動。

地球大氣的觀測也是科學衛星的重點工作。如中華衛星一號，在六百公里的低軌道上觀察大氣中電離層的特性，並進行無線通訊實驗，同時對海洋水色進行觀察，獲取海洋的資料，做為環境、漁業、工商業及學術界研究的根據。

此外，藉由科學衛星可以製造在地球重力影響下生產不出來的材料、藥物等，也能了解無重力對生物會有

何影響。科學衛星也是衛星發展的先驅，能為各種儀器作先驅測試，如太陽能板、探測儀器、訊號接收與發射器等新型技術的改善。

地球（海洋）資源衛星

資源衛星應用於礦物探測、海洋資源探測、地質測量、地圖繪製、土地開發、地震與災害評估、農林漁木資源及考古等用途。國家的土地、河川、森林、農業分布與礦產等資源，需要清楚地掌握，在沒有資源衛星以前，往往都要耗費許多的人力與數年的時間才能得到結果，但這些結果往往因自然或人為的變遷，經過一段時間後即失去它的實用性。

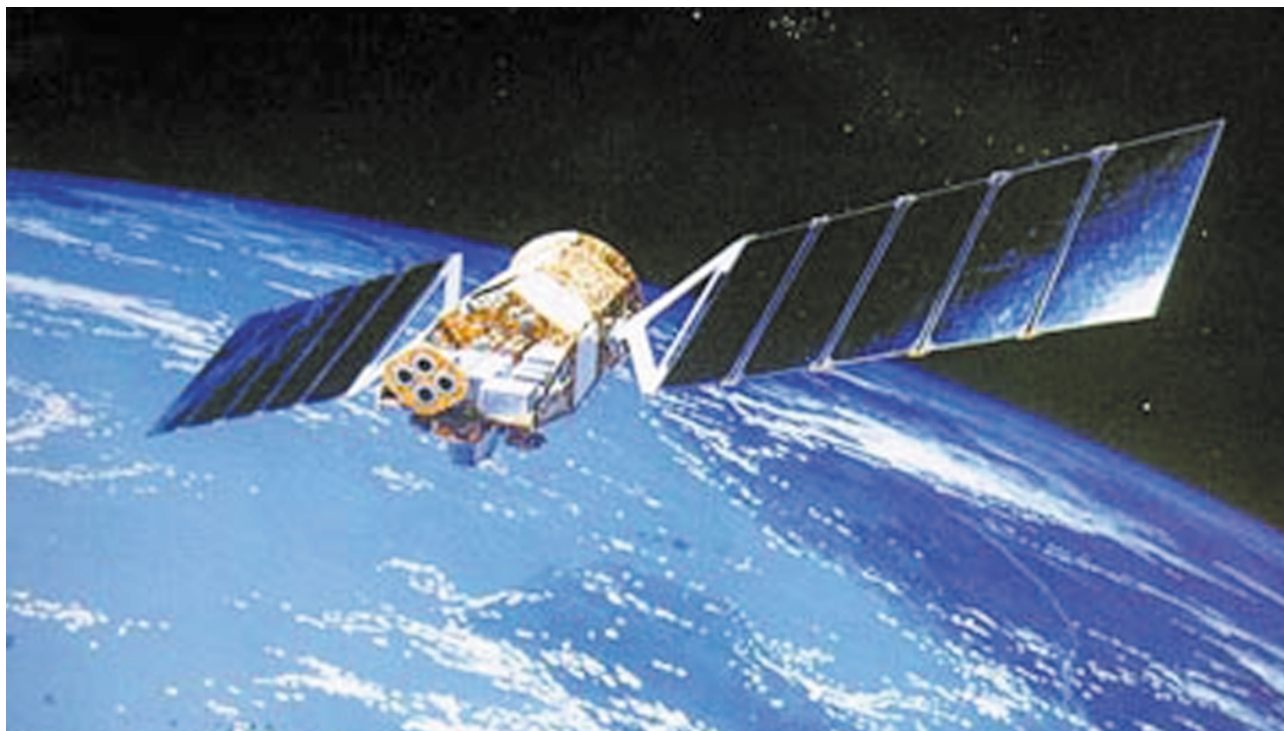
早在一九七〇年，蘇聯與歐美等國家便發射一系列的地球資源衛星，進行各種資源的探測與土地的測繪，如美國的陸地衛星系列（Landsat）、法國的史波特衛星（SPOT）與台灣的中華衛星二號（ROCSAT-2）等。以中國大陸為例，以往花費無數人力與時間也未必有成效的尋找礦產工作，因發射了一系列的返回式遙測衛星與接收來自美國的衛星資料，幾乎每年都可發現重要的礦藏、稀有金屬與地下水源，同時也將海岸線由原本的九千公里更正為一萬八千公里，沿岸島嶼由三千三百個增

加為五千一百多個，西藏湖泊由五百個更正為八百多個。

地球資源衛星能有這麼大的本事，要歸功於遙測技術的進步。其原理為，任何溫度高於絕對零度的物體必定會放射或反射電磁波，不同的物體放射或反射的頻率不同，因此所有物體都會有屬於自己的光譜。藉由地球資源衛星上的光學儀器，可以針對可見光、紅外光、紫外光與微波做觀測分析。

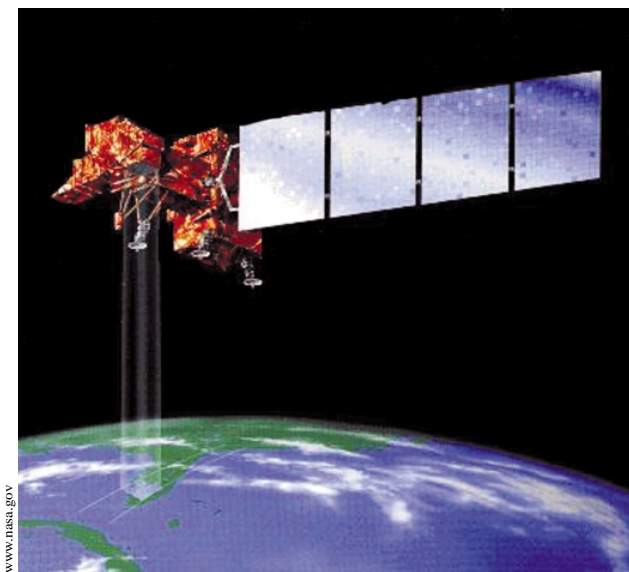
氣象衛星

早期氣象預報依賴氣球、氣象火箭、氣象站與觀測船等，可信度並不高，原因是各國觀測氣象的規模均只是區域性的，而氣象的變動卻是全球性的。氣象衛星是第一個實用化的衛星，早在一九六〇年，美國即發射了世界上第一顆氣象衛星——泰羅斯一號（Tiros-1）。氣象衛星依軌道不同可分成兩種形式，一種是極軌道氣象衛星，軌道高度大概是九百公里，可以對全球做完整的掃描，但不能持續地觀測某一特定的區域。另一種則是地球同步軌道氣象衛星，軌道高度是35,786公里，它可以對赤道兩邊特定區域做持續不斷的觀測。世界氣象組織就是依賴這兩種軌道的衛星與分布全球各地超過一百多個



取材自國家太空計畫室

中華衛星一號。



www.nasa.gov

美國陸地衛星七號 (Landsat 7)。



泰羅斯一號 (TIROS-1)。

信問題是很難兼顧的，這時只要發射國內通信衛星，便可橫越高山、離島等地形的阻礙進行通信，對於偏遠地區也可以利用通信衛星進行教育的工作。

的地面站與觀測設施，為全球提供免費的氣象資訊。

氣象衛星配備有可見光與紅外線等掃描儀器，其探測的原理就如同地球資源衛星一般，只是探測的重點不同，主要是雲圖資料、溫度、濕度、風速、風向、氣壓、臭氧含量與大氣輻射等氣象資料。接著將所有資料傳回地面站，由氣象人員加以分析預測天氣。一般看到的雲圖其實不是衛星傳回來的原始色彩，而是經由電腦處理加工後的假色彩，色彩十分豐富，目的在幫助使用者能一目了然。

通信衛星

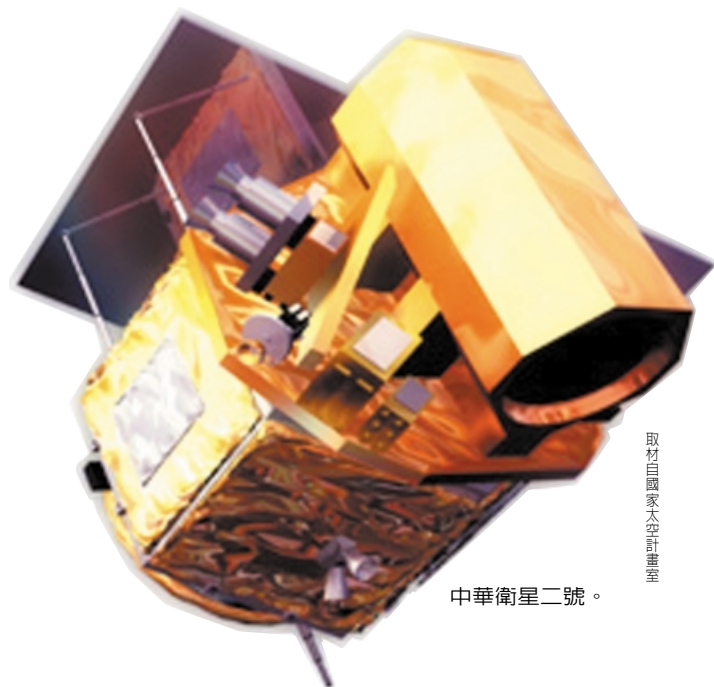
隨著國際間交流的增加，傳統的書信與有線電話已不敷所需，國際通信衛星也就因應而生。通信衛星運作的原理跟電視台的中繼站一樣，當地面站將所要傳遞的訊息藉著調整電波的頻率、振幅或相位後，發送給衛星，經由訊號放大與頻率調整的工作後，送回地面上的另一個工作站處理信號，再向當地廣播就大功告成了。

通信衛星在一般人的生活中所提供的功用，最明顯的要算收看電視，前一陣子流行的小耳朵，便是衛星廣播節目的應用。或者電視台經常使用的SNG轉播車，透過衛星連線，只要車子到得了的地方就可以為突發的新聞事件做即時的轉播。對於國土遼闊或分散的國家，如俄國、美國、中國大陸、印尼或印度等，偏遠地區的通

相對於固定地面上的通信設施，飛機船艦等交通工具無法架起巨大的天線接收衛星訊號，所需的通信衛星就得有較大的發射功率。早期飛機或船艦航行在茫茫的天空或大海時，遇到事故只能使用中短波無線電話或拍發摩斯電碼求救。而這些波段的訊號經常會被電離層的狀況所干擾，以致接收不到。現在有了通信衛星的幫助，再配合導航衛星，飛機與船艦在航行時皆能保持聯絡，同時可以接收到氣象、位置等有助航行的訊息。

導航衛星

冷戰時期，在茫茫深海中的潛艇想以核子彈攻擊敵



取材自國家太空計畫室

中華衛星二號。

方領土，首先得清楚自己的正確位置，因此美蘇雙方就各自發展應用導航衛星。早期的導航系統都是軍方在使用，後來爲了經濟利益的考量，美國與蘇俄便相繼在一九六七年與一九七八年開放導航訊號給民間使用。

早期的導航衛星容易受到太陽風或其他引力的影響，有較大的誤差。不過隨著科技的進步，第二代的導航衛星已解決這類的問題。在一九七〇年，美國發射了一系列的導航星系——Navstar-GPS，亦即現在大家耳熟能詳的GPS衛星。其軌道高度在一萬九千公里左右，共有24顆衛星，導航的距離誤差可在10公尺左右，若用於偵測飛機的速度，甚至可以達到每秒0.1公尺的誤差。

近年來因導航衛星的廣泛使用，使得交通運輸更有保障也更有效率。舉個例子來說，若是經由導航衛星的引導，可以使鐵路運輸班車間的時間縮短，那一天就可以多開出好幾班列車，在沒有擴充機組的情況下就能擴充運量，收益將十分可觀。相同的原理對航空公司營運的幫助更是明顯，一般航空公司的營運成本有將近一半都花在燃料上，如果因爲精確地導航而縮短航程的話，即使只節省1%的燃油，對航空公司來說也是不得了利潤。

軍事衛星

早期刺探敵情，除了派遣諜報人員之外，便是利用

偵察機深入敵境一探究竟。然而使用偵察機，除了有被擊落的危險外，情報的獲取量也有限，機動性也不佳，因此人造衛星是很好的替代工具。一般來說，西方的偵察衛星，又稱間諜衛星，在軌道上有較長的壽命，可分爲兩類。

一類是照相偵察衛星，專爲偵攝敵方地面設施、軍隊部署等而設計的，分爲可見光偵攝、紅外線偵攝與雷達波偵攝。三種偵攝方法中，以可見光分辨率最高，紅外線居中，最後則是雷達波。但有優點也有缺點，其中可見光偵攝受地球氣候的影響最大，只要被偵察的地點有雲層覆蓋，這種方法就失效了，而這時便需要其他兩種偵攝方法的輔助。一般照相偵察衛星爲了任務的需求，大多處在極低的軌道，甚至只有一百多公里的高空。

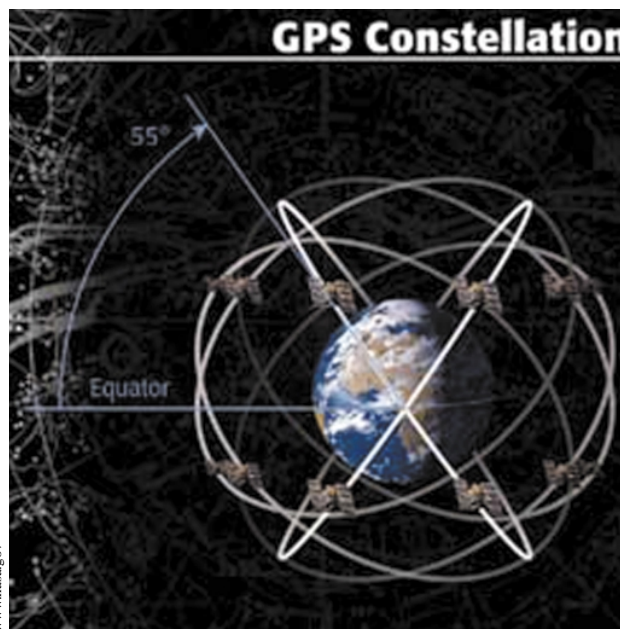
另一類偵察衛星是電子偵察衛星，藉由截取敵方的各種無線電波，送回地面加以分析，由此得知敵方的機密通訊。其中如敵方電台、雷達站、甚至是軍機、軍艦等的無線電波，皆是截取的目標。除了監聽的功能外，如果裝上電子反制裝置，便能對敵方的通訊發出干擾。

當然，軍事衛星不是只有間諜衛星而已。在冷戰時期，美國雷根總統曾提出所謂的星戰計畫（SDI），在衛星上配備飛彈與高能雷射武器，以對抗蘇聯的洲際彈道飛彈來襲。此外，當時雙方都具有射程直達對方國土的洲際飛彈，因此爲了獲得更多的預警時間，便有了預警衛星的產生，其工作原理是藉由偵測導彈尾部的高溫火焰達到監測的效果。

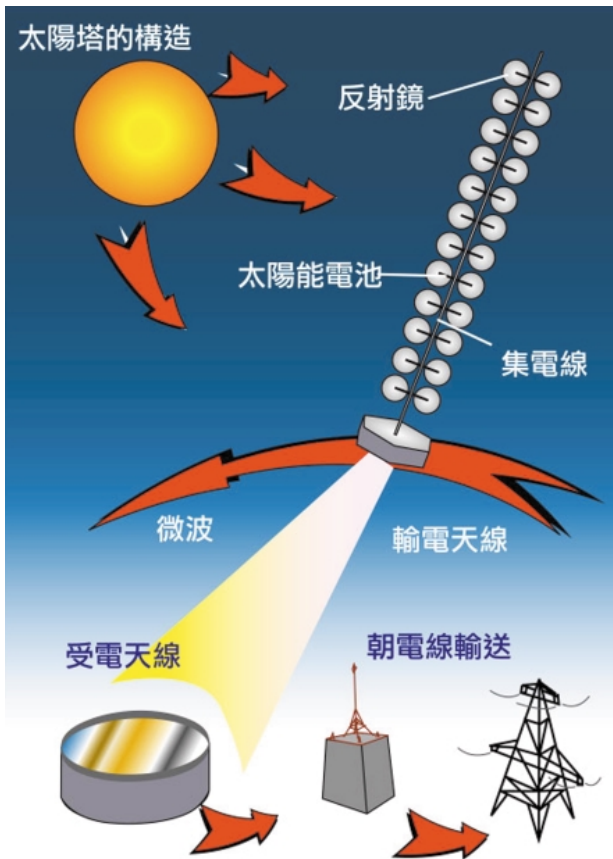
能源衛星

現今轉換太陽能的方式有收集熱能和轉換光能兩種。以轉換光能來說，大多是利用太陽能板將光能直接轉換爲電能，幾乎所有衛星的運作都得依賴太陽能電池提供電源。所以人造衛星給人的一般印象除了許多的天線外，便是一片片包覆在衛星本體上的太陽能板，或是宛如展開翅膀一般的太陽能板。

此外，還有一項引人注目的轉換光能應用，就是利用太陽能衛星將太空中獲得的太陽能，經由太陽能板轉換爲電能後，再以微波的形式傳回地面上的接收站，目前較有名的有日本的SPS2000太陽能衛星研究實驗計畫。



美國的GPS衛星導航系統。



太陽能衛星運作示意圖。

不過這種衛星尚在研究與實驗的階段，因為依照現今的太空運輸技術，在軌道上建造大規模的太陽能發電衛星，成本比現有的任何形式的發電費用要貴上數十倍。太陽能衛星至今仍無法實現的因素，除了建造與運輸費用昂貴外，另一項因素是地面站需要極為寬廣的土地，才足以安排天線網接收自衛星傳來的微波，這些技術問題相信數十年後將得以解決。

太空站

太空站的特點是可以讓太空人長期滯留在太空環境中，目前在太空中滯留時間最長的是俄羅斯太空人，已超過一年。俄羅斯對太空站的經驗也最豐富，其中最為著名的是在二〇〇一年三月間墜落的和平號太空站。

目前計畫中的國際太空站的製造，由美國、俄羅斯、加拿大、日本、歐盟等國共同出資合建，預計到二〇〇六年才能達到常規性的使用。這座太空站完成後，將是人類有史以來最為巨大的太空建築物，它運行於低軌道，一旦開始正式使用，會經常有超過七位以上的太



國際太空站完工想像圖。

空組員在其中工作，同時它的設立也將加速運輸科技及其他相關太空科技的開發。

太空站的另一項功用，是可以做為星際航行的中繼站。NASA的火星計畫，便打算利用國際太空站為前進火星的跳板。太空旅行對一般人來說目前只能算是一個夢想，或許數十年後，隨著科技的進步，到太空觀光將不再是遙不可及的事！

人造衛星的應用十分廣泛，不僅是國家工藝技術的代表，也方便了人民日常的生活。台灣在衛星科技這方面的努力，雖然時間並不長，但太空計畫室負責團隊有經驗、有願景，也已有中華衛星一號的實際成果，相信在國人的支持下，台灣亦能成為具有衛星工業的國家。□

(本文取材自國科會大眾科學推廣教育，〈遨遊太空衛星科技篇〉，作者林穎裕、蔡禹擎，民國九十年十月)

衛星次系統分類表

次系統	主要功能
主結構	如同衛星骨架承載所有的儀器設備
電力系統	提供衛星上所有儀器之電力需求
姿態和軌道控制系統	穩定或調整衛星的姿態，並保持衛星的運行軌道
推進系統	提供衛星改變軌道高度或傾角所需的動力
熱控制系統	維持衛星內儀器操作所需的溫度
遙傳、追蹤和指揮系統	接受地面控制中心的命令或交換資料

陳雅淑 林穎裕

成功大學航空太空工程學系